

**FOCUS PLATE**

Patent Number: JP4119339  
Publication date: 1992-04-20  
Inventor(s): TSUKADA SHINICHI  
Applicant(s):: NIKON CORP  
Requested Patent: ☐ JP4119339  
Application Number: JP19900239089 19900911  
Priority Number(s):  
IPC Classification: G03B13/24  
EC Classification:  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

**PURPOSE:** To obscure the unnaturality of out-of-focus by periodically arranging many microlenses which are formed not uniformly in the respective heights of the many periodically arranged microlenses but to n-kinds of values and have the heights equal to each other.

**CONSTITUTION:** The focus plate 1A is formed with the many periodically arranged microlenses 21, 2n... which are not uniform in the respective heights but have n-kinds of the values. The microlenses having the heights equal to each other are periodically arranged. Then, the periodicity different from the periodicity when the heights are uniform is formed. The pitch of this periodicity is larger than the pitch of the periodicity when the heights are uniform and, therefore, the intervals between the bright points 3 of a diffusion distribution are small. The focus plate 1A which obscures the unnaturality of the out-of-focus is obtained without introducing a random property by narrowing the intervals of the bright points 3 of the diffusion distribution.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

## ⑫ 公開特許公報(A)

平4-119339

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成4年(1992)4月20日

G 03 B 13/24

7139-2K

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全8頁)

⑭ 発明の名称 焦点板

⑮ 特 願 平2-239089

⑯ 出 願 平2(1990)9月11日

⑰ 発 明 者 塚 田 信 一 東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式会社ニコン大井製作所内

⑱ 出 願 人 株 式 会 社 ニ コ ン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

⑲ 代 理 人 弁理士 山川 政樹 外3名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

焦点板

## 2. 特許請求の範囲

多数のマイクロレンズが周期的に配列されてなる焦点板において、

前記マイクロレンズの各々の高さはn種類(nは1より大きい自然数)の値よりなり、互いに等しい高さを持つ複数種類のマイクロレンズは周期的に配列されていることを特徴とする焦点板。

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は一眼レフカメラ等に使用される焦点板に関するものである。

〔従来の技術〕

従来、一眼レフカメラ等の焦点板は、ガラス等の母材の表面に砂掛けを施すことにより、微細凹凸を形成させ、これから金型をとってプラスチック材料の表面に微細凹凸を転写するといった方法で作製されていた。このような焦点板は、ボケ味

が自然である点に関しては評価が高い反面、暗くザラツキが目立つといった欠点があった。その原因は、第6図に要部拡大断面図で示すようにこのような焦点板1の表面の微細凹凸面は極めてランダム性が高いことにある。

他方、マイクロレンズを周期的に配列することで、ランダム性を全く無くした焦点板が特開昭55-90931号公報などで提案されている。

第7図はこの種の焦点板の構成を説明する図である。第7図(a)に均一の高さhの場合のマイクロレンズ2の周期的配列を示した。マイクロレンズ2の中心位置(x, y)はピッチpと整数の組(i, j)とから決定される次の周期的格子点

$$x = p * (i + j / 2) \quad \cdots \cdots (1-1)$$

$$y = p * (j * \sqrt{3} / 2) \quad \cdots \cdots (1-2)$$

である。拡散分布は等方的であることが望ましいので、マイクロレンズ2の外周形状は円形であることが望ましいが、上述の配置は、円を2次元空間に最も高い密度で並べる配列である。x軸断面図は第7図(b)に示した。第7図(c)はマイ

クロレンズ 2 の配列が第 7 図 (a) のようなときの拡散分布の輝点配列である。第 7 図 (c) は角度座標であり、各々の輝点の中心の角度座標値 ( $\theta x$ ,  $\theta y$ ) は角度ピッチ  $\theta p$  と整数の組 ( $i$ ,  $j$ ) とから決定される次の周期的格子点

$$\theta x = \theta p \cdot (i) \quad \cdots \cdots (2-1)$$

$$\theta y = \theta p \cdot (-i / \sqrt{3} + 2 \cdot j / \sqrt{3}) \quad \cdots \cdots (2-2)$$

である。マイクロレンズ 2 のピッチ  $p$  と拡散分布の輝点配列の角度ピッチ  $\theta p$  の関係は

$$\theta p = \lambda / p \quad \cdots \cdots (3)$$

であり、角度ピッチ  $\theta p$  はピッチ  $p$  の逆数に比例する。ここに  $\lambda$  は光の波長である。

このように構成される焦点板は、ザラツキ感がなく、明るいといった長所がある反面、多線ボケを生じるなどボケ味が不自然であるといった欠点があった。その原因は、このような焦点板は、周期的構造のため、回折格子と同等の作用を持つことになり、拡散光が回折の次数に対応した特定の方向に限定されてしまうためである。

あり、マイクロレンズ 2 のピッチ  $p$  と拡散分布の輝点配列の角度ピッチ  $\theta p$  との関係は

$$\theta p = \lambda / p \quad \cdots \cdots (4)$$

である。ここに  $\lambda$  は光の波長である。このような拡散分布をもつ焦点板で点光源のボケを観察すると、ボケ像も輝点の集まりとして観察される。線状物体は点光源が直線状に並んだものと考えられるので、線状物体のボケ像も点光源のボケ像が並んだものとなり、結果的にいわゆる多線ボケとなる。また任意の物体は点光源の集まりと考えられるので、同様にそのボケ像は不自然なものになってしまう。ここで第 8 図 (c) の各々の輝点 3 に番号をつけ、 $i$  番目の輝点の中心の  $x$  角度座標を  $\theta x_i$ 、 $y$  角度座標を  $\theta y_i$  とすると、この輝点 3 に対応する点光源のボケ像の輝点の中心の  $x$  座標  $x_i$ 、 $y$  座標  $y_i$  は

$$x_i = \beta \cdot \Delta d \cdot \theta x_i \quad \cdots \cdots (5-1)$$

$$y_i = \beta \cdot \Delta d \cdot \theta y_i \quad \cdots \cdots (5-2)$$

で与えられる。ここに  $\beta$  は観察系の倍率、 $\Delta d$  はデフォーカス量である。デフォーカス量  $\Delta d =$

上記回折効果は、マイクロレンズの周期的配列が原因なので、特開昭 63-221329 号公報ではマイクロレンズの周期的な配置に適度なランダム性を持たせる方法が提案されている。しかしこの方法でボケの不自然さを目立たなくするには、相当ランダム性を強くする必要があるが、極端にランダム性が強いと、マイクロレンズの粗密部分が多くなり、結果として狭角拡散光（素通し光に近い拡散光）が多くなりピント合わせが困難となってしまう。

ここでマイクロレンズの周期的配列による回折効果について詳細に説明する。回折効果により、拡散光が回折の次数に対応した方向に限定されてしまうことは上述したが、その様子を第 8 図に示す。いま、第 8 図 (a) に示すようにマイクロレンズ 2 がピッチ  $p$  で周期配列しているとする ( $x$  軸における断面図は第 8 図 (b) に示した)、回折効果により拡散光は第 8 図 (c) のように輝点 3 がピッチ  $\theta p$  で周期的に配列したものになってしまう。ここで第 8 図 (c) は角度空間で

0、すなわちピントが合っている場合、すべての  $i$  に対して  $x_i = y_i = 0$  であり、これは点光源の像が一点に見えることを表わしている。ところで、(5-1)式および(5-2)式は、点状物体のボケ像は第 7 図 (c) の拡散分布と相似形をしていることを表わしている。したがって拡散分布の輝点の間隔が狭いとボケ像の輝点間隔も狭くなる。ボケ像の輝点間隔が狭まれば、相対的に見える輝点の数が増えるとともに各々の輝点の明るさは数に比例して弱くなり、結果輝点はより目立たなくなる。輝点が目立たなくなればなるほどボケは不自然でなくなる。

【発明が解決しようとする課題】

ところで(4)式に示したように拡散分布の輝点間隔  $\theta p$  は、マイクロレンズの配列ピッチ  $p$  の逆数に比例する。したがって配列ピッチが大きいかほど拡散分布の輝点間隔が狭くなり、ボケ像の輝点間隔も狭くなってボケの不自然さがより目立たなくなる。しかしながら、配列ピッチを大きくするということは、個々のマイクロレンズを大きくす

ることであり、このマイクロレンズを極端に大きくすると、マイクロレンズそれ自身が目に見えてしまう。また、一般にマイクロレンズが大きくなると、狭角拡散光が多くなり、ビント合わせが困難となってしまう。

したがって本発明は、マイクロレンズの配列ピッチを大きくするとは異なる方法で拡散分布の輝点間隔を狭くすることで、ランダム性を導入することなしにボケの不自然さを目立たなくした焦点板を提供することにある。

#### [課題を解決するための手段]

このような課題を解決するために本発明による焦点板は、周期的に配列されている多数のマイクロレンズの各々の高さを均一ではなく、 $n$ 種類の値をとらせることとし、互いに等しい高さを持つマイクロレンズは周期的な配列をなすようにしたものである。

#### [作用]

本発明においては、高さが均一の場合の周期性とは異なる周期性が形成され、この周期性のピッ

チは高さが均一の場合の周期性のピッチより小さくなるので、拡散分布の輝点間隔はより小さいものとなる。

#### [実施例]

次に図面を用いて本発明の実施例を詳細に説明する。

第1図は本発明による焦点板の一実施例の構成を説明する図であり、高さが2種類 ( $n=2$ ) の値をもつ場合の実施例を示したものである。第1図(a)は第7図(a)と全く等しい座標系であり、マイクロレンズの色の違いは高さの違いを示している。同図において、焦点板1Aの表面には、互いに等しい高さ  $h_1$ ,  $h_2$  ( $h_1 > h_2$ ) を有する2種類のマイクロレンズ  $2_1$ ,  $2_2$  が周期的に配列されている。2種類の高さは

$$h_1 = h + \lambda / 4 \quad \cdots \cdots (6-1)$$

$$h_2 = h - \lambda / 4 \quad \cdots \cdots (6-2)$$

である。高さ  $h_1$  のマイクロレンズ  $2_1$  の中心位置 ( $x_1$ ,  $y_1$ ) は

$$x_1 = p_1 * (i + j / 2) \quad \cdots \cdots (7-1)$$

$y_1 = p_2 * (j * \sqrt{3} / 2) \quad \cdots \cdots (7-2)$   
であり、高さ  $h_2$  のマイクロレンズ  $2_2$  の中心位置 ( $x_2$ ,  $y_2$ ) は

$$x_2 = p_1 * (i + 0.5 + j / 2) \quad \cdots \cdots (7-3)$$

$$y_2 = p_2 * (j * \sqrt{3} / 2) \quad \cdots \cdots (7-4)$$

である。第1図(b)にx軸断面図を示したが、高さが均一の場合とは明らかに異なる周期性となっている。この新しい周期性によって拡散分布の輝点配列は第1図(c)のようになる。第1図(c)は第7図(c)と全く等しい座標系である。各々の輝点の中心の角度座標値 ( $\theta_x$ ,  $\theta_y$ ) は

$$\theta_x = \theta_{p1} * (i / \sqrt{3} + j * \sqrt{3}) \quad \cdots \cdots (8-1)$$

$$\theta_y = \theta_{p2} * (-i + j) \quad \cdots \cdots (8-2)$$

であり、高さが均一の場合より  $60^\circ$  方向の角度ピッチが小さくなっている。また、違う2種類の

高さで並び方を変えた実施例を第2図に示した。第2図の第7図との対応関係は第1図と同じである。同図において、焦点板1Bの表面には、互いに等しい高さ  $h_1$ ,  $h_2$  ( $h_1 > h_2$ ) を有する2種類のマイクロレンズ  $2_3$ ,  $2_4$  が周期的に配置されている。2種類の高さは

$$h_1 = h + \lambda / 2 \quad \cdots \cdots (9-1)$$

$$h_2 = h \quad \cdots \cdots (9-2)$$

である。

第3図は本発明のよる焦点板の他の実施例による構成を説明する図であり、高さが3種類 ( $n=3$ ) の値をもつ場合の実施例を示したものである。第3図の第7図との対応関係は第1図と同じである。同図において、焦点板1Cの表面には、互いに等しい高さ  $h_1$ ,  $h_2$  ( $h_1 > h_2$ ),  $h_3$  ( $h_2 > h_3$ ) を有する3種類のマイクロレンズ  $2_5$ ,  $2_6$ ,  $2_7$  が周期的に配列されている。3種類の高さは

$$h_1 = h + \lambda / 2 \quad \cdots \cdots (10-1)$$

$$h_2 = h \quad \cdots \cdots (10-2)$$

$$h_3 = h - \lambda / 2 \quad \cdots \cdots (10-3)$$

である。また、同じ3種類の高さであるが、並び方を変えた実施例を第4図に示した。さらに違う3種類の高さで、並び方も変えた実施例を第5図に示した。同図において、焦点板1Dの表面には、互いに等しい高さ $h_1$ 、 $h_2$  ( $h_1 > h_2$ )、 $h_3$  ( $h_2 > h_3$ )を有する3種類のマイクロレンズ2<sub>8</sub>、2<sub>9</sub>、2<sub>10</sub>が周期的に配列されている。3種類の高さは

$$h_1 = h + \lambda / 3 \quad \cdots \cdots (11-1)$$

$$h_2 = h \quad \cdots \cdots (11-2)$$

$$h_3 = h - \lambda / 3 \quad \cdots \cdots (11-3)$$

である。上記3つの場合のマイクロレンズの配列式は省略するが、各図(a)および(b)を見れば、高さが均一の場合とは異なる新しい周期性が形成されていることがわかる。また、各図(c)を見れば、マイクロレンズの新しい周期性により、拡散分布の輝点配列の角度ピッチが小さくなっていることがわかる。なお、第5図(c)において、輝点の濃さの違いは輝点の明るさの違い

を示しており、濃い方が明るいことに対応している。

以上、 $n=2$ と $n=3$ との場合を示したが、さらに $n$ を増やした場合でも、同様に拡散分布の輝点配列の角度ピッチを小さくすることができる。ただ、 $n$ が大きいほどマイクロレンズの周期性は多種多様なものとなるが、その多様さを拡散分布の輝点配列に反映させるには、 $n$ 種類の高さのそれぞれの差を大きくしなければならない。しかし、高さの差をあまり大きくすると、ザラツキ感を生じることになってしまう。実験的には $n \leq 4$ が望ましい。

なお、第1図～第5図(b)にマイクロレンズの断面形状を示したが、これはマイクロレンズの高さが違っていることを説明するためのもので、本発明はマイクロレンズの高さを問題にしているので、マイクロレンズ各々の形状は断面図に示したような形状に限るものではない。

また、本実施例では、マイクロレンズは高さは異なるが形状は同一としたが、高さを変えること

により、多少形状が変わっても同一の効果が得られる。

#### 〔発明の効果〕

以上説明したように本発明によれば、焦点板において、周期的に配列されている多数のマイクロレンズの各々の高さを均一ではなく、 $n$ 種類の値をとらせることとし、互いに等しい高さを持つマイクロレンズを周期的な配列をなすようにすることにより、拡散分布の輝点間隔を狭くすることができ、ボケの不自然さを目立たなくすることができるという極めて優れた効果が得られる。

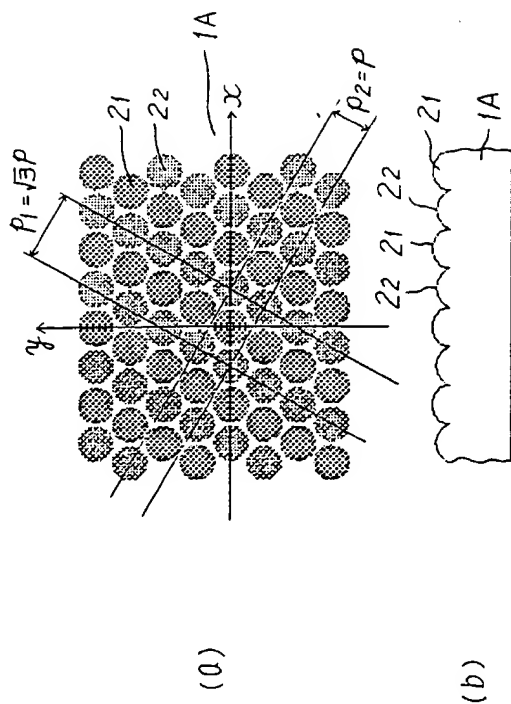
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図(a)、(b)、(c)は本発明による焦点板の一実施例による構成を説明するマイクロレンズの配置、x軸断面、拡散分布の輝点配列を示す図、第2図～第5図は本発明による焦点板の他の実施例による構成を示す図、第6図はランダム性のある微細凹凸面を有する焦点板の要部拡大断面図、第7図、第8図は従来の焦点板の構成を説明する図である。

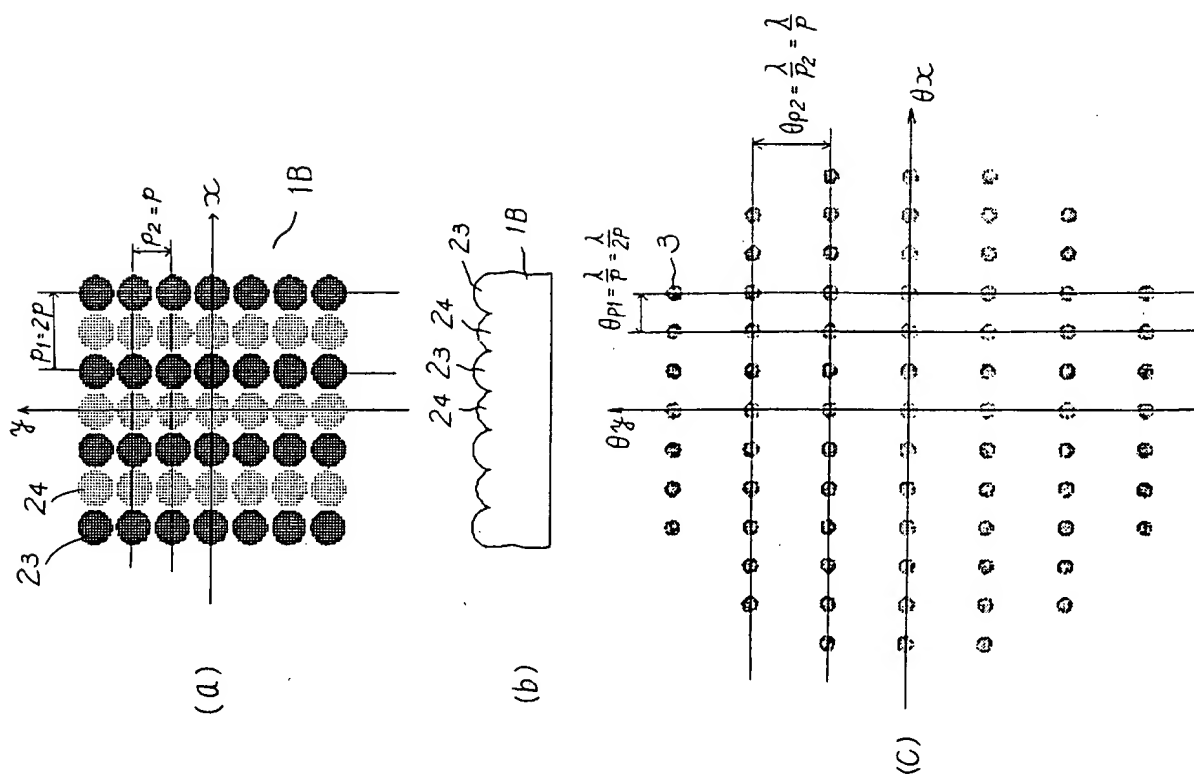
1A、1B、1C、1D・・・焦点板、2<sub>1</sub>～2<sub>10</sub>・・・マイクロレンズ、3・・・輝点。

特許出願人 株式会社 ニコン

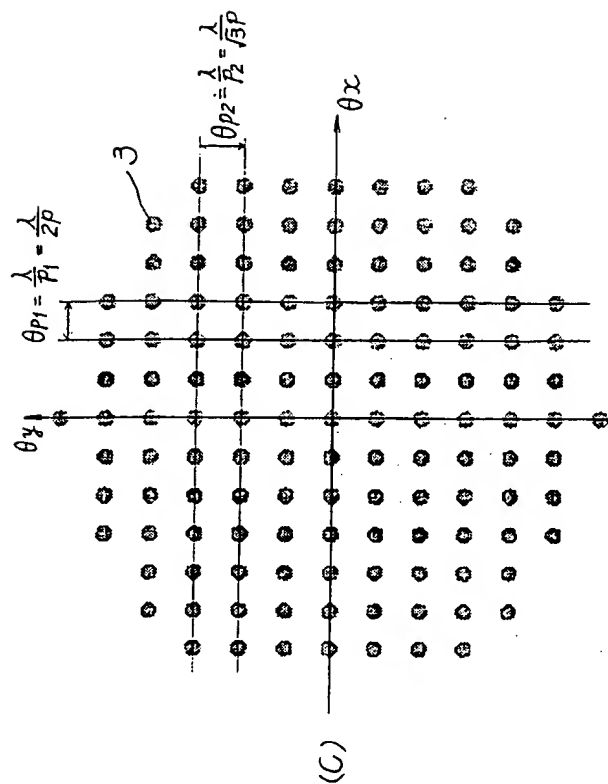
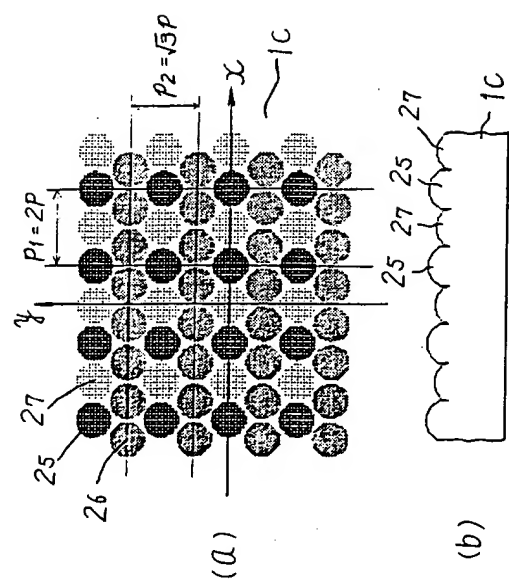
代理人 山川 政 樹



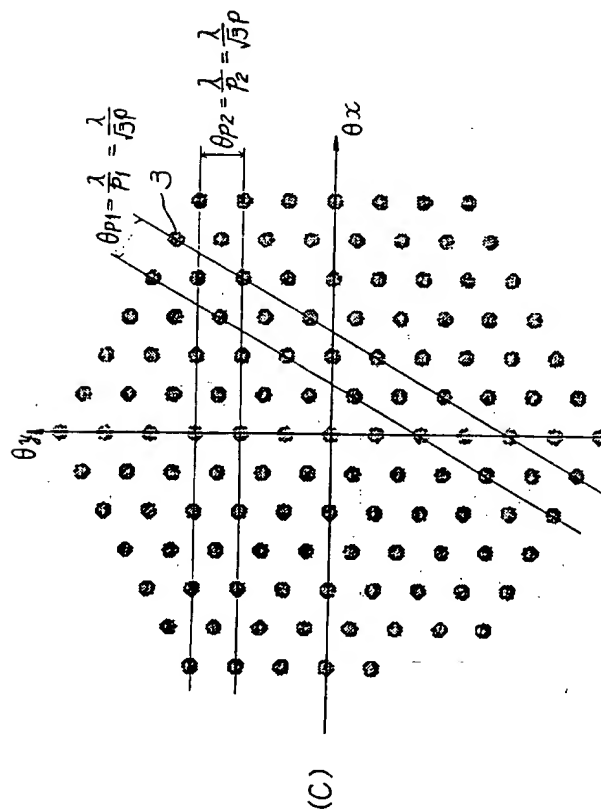
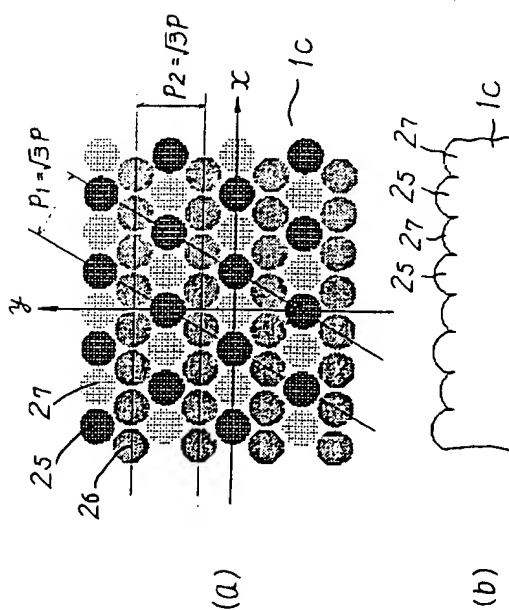
第 1 図



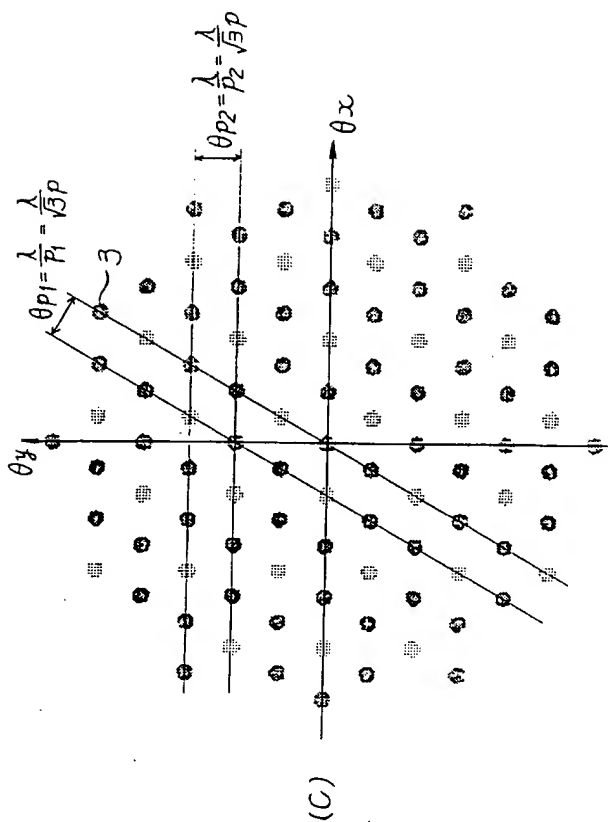
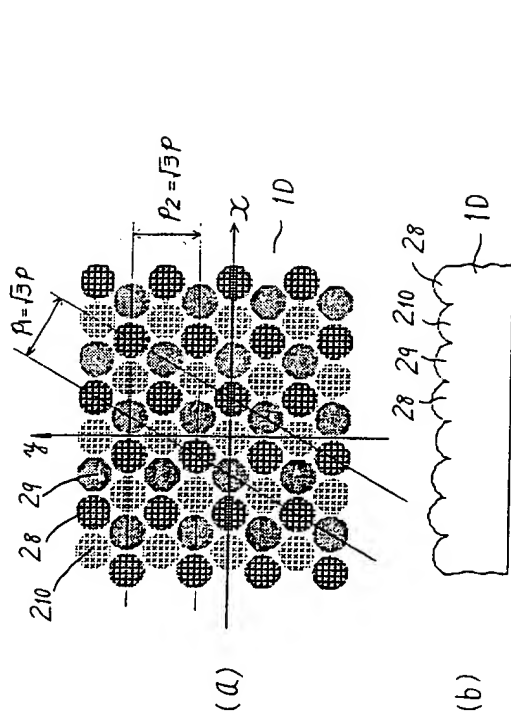
第 2 図



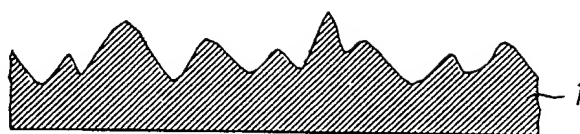
第 3 図



第 4 図

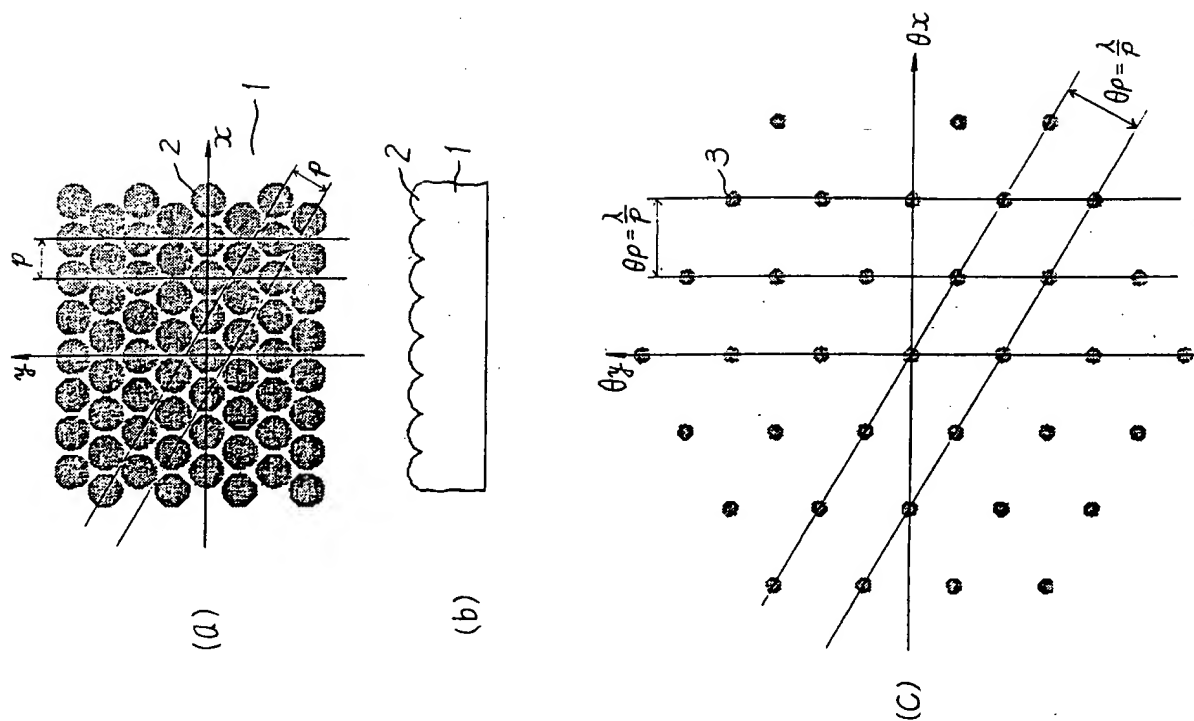


第 5 図

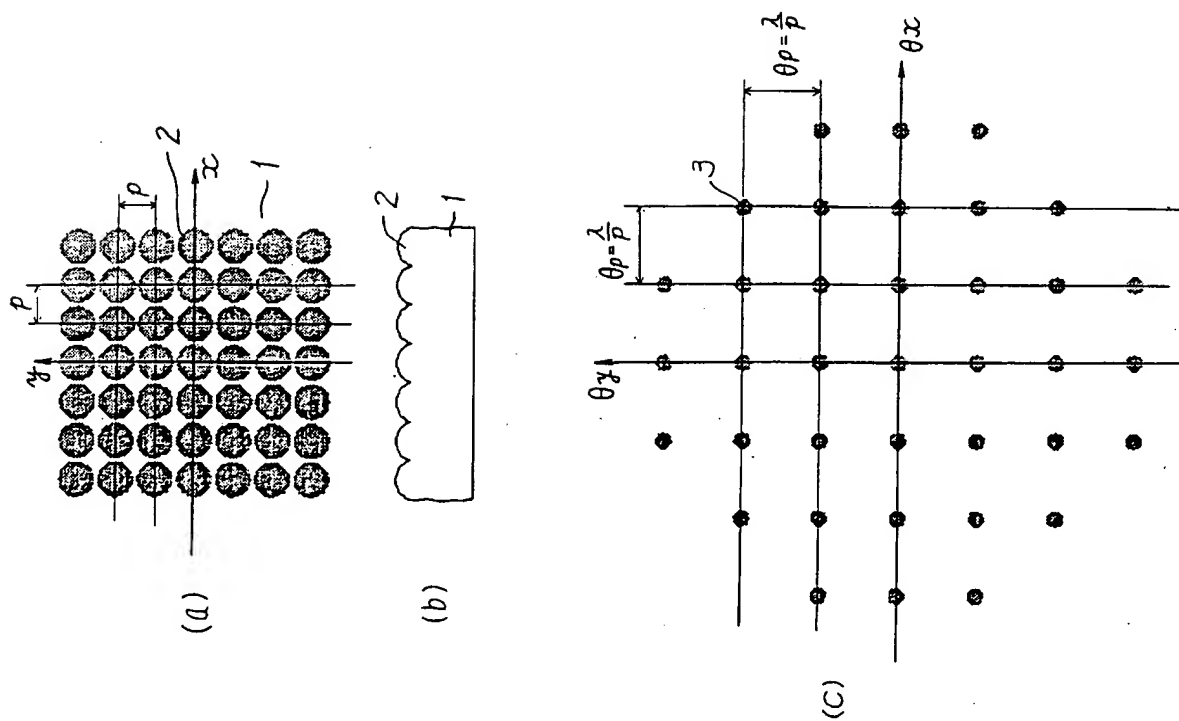


第 6 図





第 7 図



第 8 図